

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-60787

(43)公開日 平成5年(1993)3月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 P 21/00		8708-2F		
15/125		8708-2F		

審査請求 未請求 請求項の数3(全10頁)

(21)出願番号 特願平3-252974

(22)出願日 平成3年(1991)9月4日

(71)出願人 000122863

岡田 和廣

埼玉県上尾市菅谷4丁目73番地

(72)発明者 岡田 和廣

埼玉県上尾市菅谷四丁目73番地

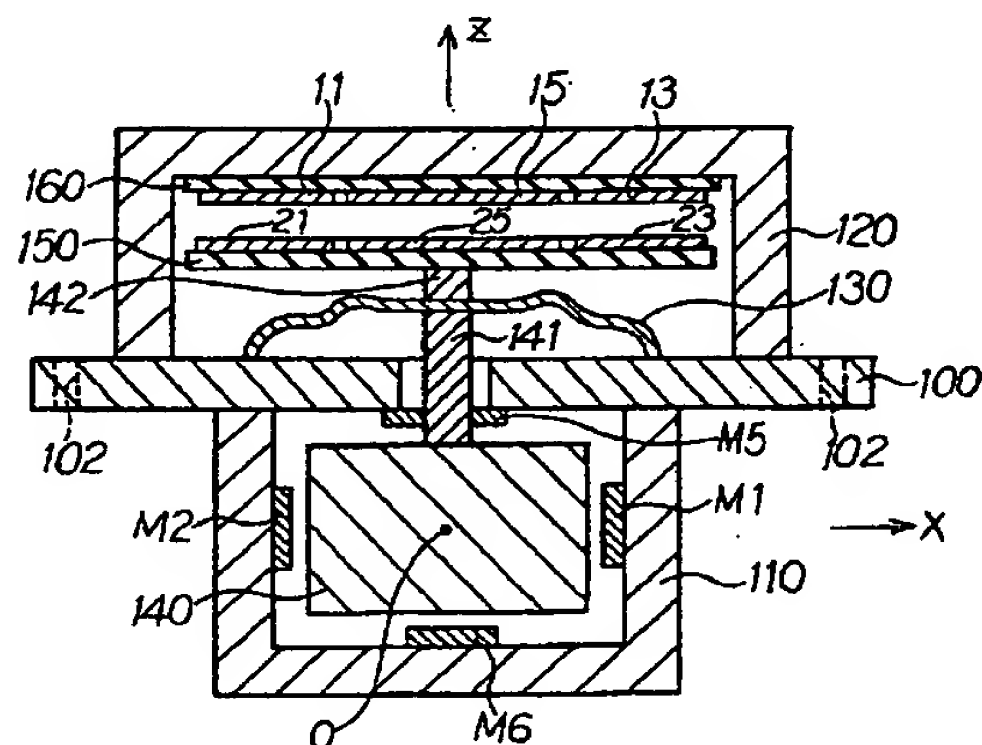
(74)代理人 弁理士 志村 浩

(54)【発明の名称】 加速度検出装置

(57)【要約】

【目的】 容易な方法で十分な試験を行う機能を備えた加速度検出装置を提供すること。

【構成】 支持基板100の下面に接合された下部筐体110により第1の部屋が、上面に接合された上部筐体120により第2の部屋が、それぞれ形成される。第2の部屋内には、ダイヤフラム130が取り付けられ、その中央部から磁性材料からなる重錘体140が宙吊り状態となっている。ダイヤフラムに接合された変位基板150上には、変位電極21, 23, 25が形成され、これに対向するように、上部筐体120の内側底面には、絶縁層160を介して固定電極11, 13, 15が形成される。対向する電極の静電容量の変化から、重錘体に作用した三次元の加速度が検出できる。電磁石M1~M6を選択的に励磁すると、各方向に加速度が作用したのと等価な状態が実現でき、試験を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 装置筐体に固定された固定部と、力の作用を受ける作用部と、を有し、前記作用部に作用した力により機械的変形が生じるように、可撓性をもった基板と、
前記基板に生じた機械的変形を電気信号として取り出すトランスデューサと、
外部から作用した加速度に基づいて、前記作用部に力を作用させる重錘体と、
前記重錘体の近傍に配置された電磁石と、
を備え、前記重錘体を磁性材料で構成し、前記電磁石を励磁することにより、前記基板に機械的変形を生じさせることができるようにしたことを特徴とする加速度検出装置。

【請求項2】 請求項1に記載の加速度検出装置において、
基板面に含まれ互いに直交する方向にX軸およびY軸を、この基板面に対して垂直な方向にZ軸を、それぞれ定義し、
XY平面に平行な第1の平面および第2の平面を、それぞれ重錘体の両側に定義し、
前記第1の平面上において、X軸正方向の位置に第1の電磁石を、X軸負方向の位置に第2の電磁石を、Y軸正方向の位置に第3の電磁石を、Y軸負方向の位置に第4の電磁石を、それぞれ配置し、
前記第2の平面上において、X軸正方向の位置に第5の電磁石を、X軸負方向の位置に第6の電磁石を、Y軸正方向の位置に第7の電磁石を、Y軸負方向の位置に第8の電磁石を、それぞれ配置し、
前記第1および第5の電磁石を励磁することによりX軸方向の加速度が、前記第2および第6の電磁石を励磁することにより-Y軸方向の加速度が、前記第3および第7の電磁石を励磁することによりY軸方向の加速度が、前記第4および第8の電磁石を励磁することにより-Y軸方向の加速度が、前記第1～第4の電磁石を励磁することによりZ軸方向の加速度が、前記第5～第8の電磁石を励磁することにより-Z軸方向の加速度が、それぞれ作用したのと等価な機械的変形を基板に生じさせるようにしたことを特徴とする加速度検出装置。

【請求項3】 請求項1に記載の加速度検出装置において、
重錘体内の原点Oに関して、X、Y、Z軸をそれぞれ定義し、
X軸正方向の位置に第1の電磁石を、X軸負方向の位置に第2の電磁石を、Y軸正方向の位置に第3の電磁石を、Y軸負方向の位置に第4の電磁石を、Z軸正方向の位置に第5の電磁石を、Z軸負方向の位置に第6の電磁石を、それぞれ配置し、
前記第1の電磁石を励磁することによりX軸方向の加速度が、前記第2の電磁石を励磁することにより-X軸方

向の加速度が、前記第3の電磁石を励磁することによりY軸方向の加速度が、前記第4の電磁石を励磁することにより-Y軸方向の加速度が、前記第5の電磁石を励磁することによりZ軸方向の加速度が、前記第6の電磁石を励磁することにより-Z軸方向の加速度が、それぞれ作用したのと等価な機械的変形を基板に生じさせるようにしたことを特徴とする加速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10 【産業上の利用分野】 本発明は加速度検出装置、特に自己診断機能を有する加速度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 自動車産業や機械産業などでは、作用した力を正確に検出できる加速度検出装置の需要が高まっている。特に、三次元の各成分ごとに作用した加速度を検出する小型の装置が望まれている。

20 【0003】 このような需要に応えるため、シリコンなどの半導体基板にゲージ抵抗を形成し、外部から加わる力に基づいて基板に生じる機械的な歪みを、ピエゾ抵抗効果を利用して電気信号に変換する加速度検出装置が提案されている。たとえば、特許協力条約に基づく国際公開第WO88/08522号公報には、このような加速度検出装置の基本構成が開示されている。また、特願平2-274299号明細書には、静電容量の変化を利用した加速度検出装置が提案されている。この加速度検出装置では、固定基板上に形成された固定電極と、力の作用により変位を生じる変位電極と、によって容量素子が構成され、この容量素子の静電容量の変化に基づいて、作用した力の三次元成分のそれぞれが検出できる。

【0004】

30 【発明が解決しようとする課題】 上述した加速度検出装置を大量生産して市場に出すためには、製造工程の最後に試験を行う必要がある。一般に、加速度検出装置の試験は、実際に外部から加速度を作用させながら、そのときの検出出力をチェックするという方法によって行われている。より具体的には、振動発生装置を用いて検査対象となる加速度検出装置に振動を与え、このときの検出出力をチェックするという方法をとることになる。このような試験方法を行うためには、大掛かりな試験装置が必要になり、また、自動車などに搭載した状態では試験を行うことができないという問題がある。一方、特許協力条約に基づく国際公開第WO91/10118号公報および特許協力条約に基づく国際出願に係るPCT/JP91/00428号明細書には、クーロン力を利用した試験機能を備えた加速度検出装置が開示されている。しかしながら、クーロン力という比較的微弱な力を利用しているため、低感度の加速度検出装置については、十分な試験を行うことができない。

50 【0005】 そこで本発明は、容易な方法で十分な試験を行う機能を備えた加速度検出装置を提供することを目

的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

(1) 本願第1の発明は、装置筐体に固定された固定部と、力の作用を受ける作用部と、を有し、この作用部に作用した力により機械的変形が生じるように、可撓性をもった基板と、この基板に生じた機械的変形を電気信号として取り出すトランスデューサと、外部から作用した加速度に基づいて、作用部に力を作用させる重錘体と、を備える加速度検出装置において、重錘体を磁性材料で構成するとともにこの重錘体の近傍に電磁石を配置し、この電磁石を励磁することにより、基板に機械的変形を生じさせることができるようにしたものである。

【0007】(2) 本願第2の発明は、上述の第1の発明に係る加速度検出装置において、基板面に含まれ互いに直交する方向にX軸およびY軸を、この基板面に対して垂直な方向にZ軸を、それぞれ定義し、XY平面に平行な第1の平面および第2の平面を、それぞれ重錘体の両側に定義し、第1の平面上において、X軸正方向の位置に第1の電磁石を、X軸負方向の位置に第2の電磁石を、Y軸正方向の位置に第3の電磁石を、Y軸負方向の位置に第4の電磁石を、それぞれ配置し、第2の平面上において、X軸正方向の位置に第5の電磁石を、X軸負方向の位置に第6の電磁石を、Y軸正方向の位置に第7の電磁石を、Y軸負方向の位置に第8の電磁石を、それぞれ配置し、第1および第5の電磁石を励磁することによりX軸方向の加速度が、第2および第6の電磁石を励磁することにより-X軸方向の加速度が、第3および第7の電磁石を励磁することによりY軸方向の加速度が、第4および第8の電磁石を励磁することにより-Y軸方向の加速度が、第1～第4の電磁石を励磁することによりZ軸方向の加速度が、第5～第8の電磁石を励磁することにより-Z軸方向の加速度が、それぞれ作用したのと等価な機械的変形を基板に生じさせるようにしたものである。

【0008】(3) 本願第3の発明は、上述の第1の発明に係る加速度検出装置において、重錘体内の原点Oに関して、X、Y、Z軸をそれぞれ定義し、X軸正方向の位置に第1の電磁石を、X軸負方向の位置に第2の電磁石を、Y軸正方向の位置に第3の電磁石を、Y軸負方向の位置に第4の電磁石を、Z軸正方向の位置に第5の電磁石を、Z軸負方向の位置に第6の電磁石を、それぞれ配置し、第1の電磁石を励磁することによりX軸方向の加速度が、第2の電磁石を励磁することにより-X軸方向の加速度が、第3の電磁石を励磁することによりY軸方向の加速度が、第4の電磁石を励磁することにより-Y軸方向の加速度が、第5の電磁石を励磁することによりZ軸方向の加速度が、第6の電磁石を励磁することにより-Z軸方向の加速度が、それぞれ作用したのと等価な機械的変形を基板に生じさせるようにしたものである。

る。

【0009】

【作 用】本発明の加速度検出装置では、重錘体は磁性材料で構成され、その近傍に電磁石が配置される。この電磁石を励磁すると、重錘体に対して電磁吸引力が作用し、あたかも加速度が作用したのと同じ状態を作り出すことができる。この状態において、トランスデューサが出力する電気信号を検出し、この電気信号が正しい検出値を示しているか否かを確認することにより、加速度検出装置としての動作試験を行うことができる。従来のように、振動発生装置などを用いて実際に加速度を加える必要がないため、試験は非常に容易になる。

【0010】また、重錘体の周囲の所定箇所に複数の電磁石を配置し、励磁する電磁石を選択するようにすれば、特定の方向に加速度が作用したのと同じ状態を作り出すことができ、多次元の加速度検出装置についての試験も可能になる。

【0011】

【実施例】以下、本発明を図示する実施例に基づいて説明する。はじめに、静電容量の変化を利用した加速度検出装置について、本発明を適用した実施例を示すことにする。図1は、この実施例に係る加速度検出装置の側断面図である。この加速度検出装置は、実願平3-43206号明細書に開示されている装置であり、その基本構成は次のとおりである。

【0012】支持基板100は、中央部に貫通孔101を有する平板であり、端部にはねじ止め孔102が形成されている。このねじ止め孔102内にねじを挿通し、この装置を自動車などの被検査対象の所定位置に固定する。支持基板100の下面には、下部筐体110が接合されており、内部に第1の部屋R1が形成されている。また、支持基板100の上面には、上部筐体120が接合されており、内部に第2の部屋R2が形成されている。この実施例の装置では、支持基板100、下部筐体110、上部筐体120のいずれもが金属によって構成されている。

【0013】第2の部屋R2内には、支持基板100の上面に伏せるように碗状ダイヤフラム130が取り付けられている。この実施例では、りん青銅によってダイヤフラム130を構成している。ダイヤフラム130は、全体形状は碗状をしており、各部は波をうった構造となっている。このように波形をした碗状のダイヤフラムを用いると、検出感度を高めるのに効果的である。感度が低くて良い場合は、平板型のダイヤフラムを用いてかまわない。第1の部屋R1内には、部屋の壁面と所定間隔を保つように、重錘体140が收容されている。重錘体140は、この実施例では円柱形状をしており、その側面および底面は、所定間隔をおいて下部筐体110の内壁によって囲まれており、上面は、支持基板100の下面に対して所定間隔をおいて配されている。貫通孔10

1を挿通した接合部材141により、重錘体140はダイヤフラム130の下面中心部に接合されている。したがって、重錘体140は、ダイヤフラム130の下面中心部に宙吊りの状態となっている。なお、本発明の特徴は、この重錘体140を磁性材料（鉄、コバルト、ニッケルなど、磁力に反応するもの）で構成する点にある。

【0014】重錘体140に加速度が作用すると、この加速度による力が接合部材141を介してダイヤフラム130へと伝達され、その結果、ダイヤフラム130が変形を生じることになる。結局、重錘体140は、第1の部屋R1内で加速度に基いて運動することになる。重錘体140の運動を円滑にするために、本実施例の装置では、第1の部屋R1と第2の部屋R2の空間部にダンピング用のオイルを充填してある。なお、各部屋内にオイルを完全に充填すると、オイルが熱膨張したときに外部に漏れるおそれがある。そのため、オイルの膨張を吸収する手段が必要になる。具体的には、下部筐体110あるいは上部筐体120の一部をゴムダイヤフラムにしたり、一部に気体を封入したりする手段を構じるのが好ましい。

【0015】重錘体140に作用した加速度に起因した変位は、ダイヤフラム130から更に接合部材142を介して変位基板150に伝達される。したがって、変位基板150は、作用した加速度の向きおよび大きさに応じただけの変位を生じる。そこで、上部筐体120内の所定の固定面と変位基板150との間の距離の変化を検出すれば、作用した加速度の向きおよび大きさの検出ができる。

【0016】この装置では、この距離の変化を、静電容量の変化として検出できるようにしている。すなわち、変位基板150の上面に5枚の変位電極21～25（図1にはこのうち3枚のみが示されている）を形成し、上部筐体120の内側底面には、絶縁層160を介して5枚の固定電極11～15（図1にはこのうち3枚のみが示されている）を形成している。絶縁層160を形成したのは、前述のように、上部筐体120が金属からなるためである。この実施例では、変位基板150を絶縁体で構成しているが、変位基板150を金属で構成した場合には、絶縁層を介して変位電極21～25を形成することになる。このように、変位基板および固定基板からなる電極対を5組形成しておけば、各電極対における静電容量の変化に基づいて、電極間距離の変化を検出することができる。すなわち、重錘体140に作用した加速度を検出することができる。

【0017】図1に示す加速度検出装置は、三次元のすべての方向についての加速度成分を検出することができる。この検出原理を、図2に示す単純なモデルで説明しよう。図2に示すモデルの主たる構成要素は、固定基板10、可撓基板20、作用体30、そして装置筐体40である。図3に、固定基板10の下面図を示す。図3の

固定基板10をX軸に沿って切断した断面が図2に示されている。固定基板10は、図示のとおり円盤状の基板であり、周囲は装置筐体40に固定されている。この下面には、扇状の固定電極11～14および円盤状の固定電極15が図のように形成されている。一方、図4に可撓基板20の上面図を示す。図4の可撓基板20をX軸に沿って切断した断面が図2に示されている。可撓基板20も、図示のとおり円盤状の基板であり、周囲は装置筐体40に固定されている。この上面には、扇状の変位電極21～24および円盤状の変位電極25が図のように形成されている。作用体30は、その上面が図5に破線で示されているように、円柱状をしており、可撓基板20の下面に、同軸接合されている。装置筐体40は、円筒状をしており、固定基板10および可撓基板20の周囲を固着支持している。固定基板10および可撓基板20は、互いに平行な位置に所定間隔をおいて配設されている。いずれも円盤状の基板であるが、固定基板10は剛性が高く撓みを生じにくい基板であるのに対し、可撓基板20は可撓性をもち、力が加わると撓みを生じる基板となっている。このようなモデルの動作は、図1に示す装置の動作と等価であることが理解できよう。

【0018】いま、図2に示すように、作用体30内に作用点Pを定義し、この作用点Pを原点とするXYZ三次元座標系を図のように定義する。すなわち、図2の右方向にX軸、上方向にZ軸、紙面に対して垂直に紙面裏側へ向かう方向にY軸、をそれぞれ定義する。可撓基板20のうち、作用体30が接合された中心部を作用部、装置筐体40によって固着された周囲部を固定部、これらの間の部分を可撓部、と呼ぶことにすれば、作用体30に外力が作用すると、可撓部に撓みが生じ、作用部が固定部に対して変位を生じることになる。作用点Pに力が作用していない状態では、図2に示すように、固定電極11～15と変位電極21～25とは所定間隔をおいて平行な状態を保っている。いま、固定電極11～15と、このそれぞれに対向する変位電極21～25との組み合わせを、それぞれ容量素子C1～C5と呼ぶことにする。ここで、たとえば、作用点PにX軸方向の力 F_x が作用すると、この力 F_x は可撓基板20に対してモーメント力を生じさせ、図5に示すように、可撓基板20に撓みが生じることになる。この撓みにより、変位電極21と固定電極11との間隔は大きくなるが、変位電極23と固定電極13との間隔は小さくなる。作用点Pに作用した力が逆向きの $-F_x$ であったとすると、これと逆の関係の撓みが生じることになる。このように力 F_x または $-F_x$ が作用したとき、容量素子C1およびC3の静電容量に変化が表れることになり、これを検出することにより力 F_x または $-F_x$ を検出することができる。このとき、変位電極22, 24, 25のそれぞれと固定電極12, 14, 15のそれぞれの間隔は、部分的に大きくなったり小さくなったりするが、全体としては

変化しないと考える。一方、Y方向の力 F_y または $-F_y$ が作用した場合は、変位電極22と固定電極12との間隔、および変位電極24と固定電極14との間隔、についてのみ同様の変化が生じる。また、Z軸方向の力 F_z が作用した場合は、図6に示すように、変位電極25と固定電極15との間隔が小さくなり、逆向きの力 $-F_z$ が作用した場合は、この間隔は大きくなる。このとき、変位電極21~24と固定電極11~14との間隔も、小さくあるいは大きくなるが、変位電極25と固定電極15との間隔の変化が最も顕著である。そこで、この容量素子C5の静電容量の変化を検出することにより力 F_z または $-F_z$ を検出することができる。

【0019】一般に、容量素子の静電容量 C は、電極面積を S 、電極間隔を d 、誘電率を ϵ とすると、 $C = \epsilon S / d$

で定まる。したがって、対向する電極間隔が接近すると静電容量 C は大きくなり、遠ざかると静電容量 C は小さくなる。この加速度検出装置は、この原理を利用し、各電極間の静電容量の変化を測定し、この測定値に基づいて作用点Pに作用した外力を検出するものである。すなわち、X軸方向の加速度は容量素子C1、C3の間の容量変化に基づき、Y軸方向の加速度は容量素子C2、C4の容量変化に基づき、Z軸方向の加速度は容量素子C5の容量変化に基づき、それぞれ検出が行われる。

【0020】実際には、図7に示すような検出回路により、各軸方向の力成分が検出される。すなわち、容量素子C1~C5の静電容量値を、それぞれCV変換回路51~55によって電圧値 $V_1 \sim V_5$ に変換する。そして、X軸方向の力は、減算器61によって $(V_1 - V_3)$ なる演算を行った差電圧として端子Txに得られ、Y軸方向の力は、減算器62によって $(V_2 - V_4)$ なる演算を行った差電圧として端子Tyに得られ、Z軸方向の力は、そのまま電圧 V_5 として端子Tzに得られる。なお、ここでは、このような検出のために必要な配線は、図示を省略している。

【0021】本発明の特徴は、上述のような加速度検出装置に、自己診断機能を付加した点にある。図8は、この自己診断機能を付加した基本的な実施例の側断面図であり、図1に示す実施例との相違は、下部筐体110の内部底面に、電磁石Mを埋設し、重錘体140を磁性材料で構成した点である（装置内部に充填されたダンピング用のオイルを示すハッチングは、図が煩雑になるため省略している）。電磁石Mは鉄心にコイルを巻装した構造を有するが、図が煩雑になるのを避けるため、ここでは、ハッチングを施したブロックとして示し、これに対する配線の図示も省略している。

【0022】いま、この電磁石Mを励磁すると、その電磁吸引力により重錘体140が図の下方（すなわち、 $-Z$ 軸方向）に引かれる。したがって、重錘体140に $-Z$ 軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が作られ

る。このとき、この加速度検出装置から出力される検出値が、所定の大きさの $-Z$ 軸方向の加速度の作用を示す検出値となっているか否かを調べることにより、実際に加速度を作用させることなしに、診断を行うことができる。より具体的には、電磁石Mの大きさ、コイルの巻数などを一定にしておけば、この電磁石Mに流した電流値と、図7に示す検出回路の各電圧値 $V_1 \sim V_5$ と、の間に一定の関係が得られるはずである。そこで、この一定の関係が得られるか否かを調べることにより、この加速度検出装置の診断を行うことができる。

【0023】なお、電磁石Mの配置位置は、図8に示すような下部筐体110の内側底面に限られるものではない。たとえば、同図に破線で示すように、下部筐体110の側壁内側に電磁石Mを埋設するようにしてもよい。この場合、電磁石Mを励磁すると、重錘体140は図の左方（すなわち、 $-X$ 軸方向）に引かれる。したがって、重錘体140に $-X$ 軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が得られる。ただ、この場合、容量素子C1、C3については静電容量の変化が得られるが、容量素子C2、C4、C5については静電容量の変化は得られない。これに対して、電磁石Mを下部筐体110の内側底面に配置した前述の実施例の場合、容量素子C1~C5のすべてについて静電容量の変化が得られる。この観点からは、電磁石Mを、図8に実線で示す内側底面へ配置する実施例の方が好ましい。

【0024】ところで、図1に示す加速度検出装置は、重錘体140に作用した加速度を、X軸方向成分、Y軸方向成分、Z軸方向成分、という三次元の各軸成分ごとに検出する機能を有する。すなわち、図7に示す検出回路を用いることにより、X軸方向成分の検出値を端子Txに、Y軸方向成分の検出値を端子Tyに、Z軸方向成分の検出値を端子Tzに、それぞれ得ることができる。そこで、この加速度検出装置の診断を、各軸方向成分ごとに行えと、より正確な診断結果が得られる。

【0025】図9に示す実施例は、このような各軸方向成分ごとの診断を行うのに適した実施例である。この実施例では、8つの電磁石M1~M8が用いられている。電磁石M1~M4は重錘体140の上方に、電磁石M5~M8は重錘体140の下方に、それぞれ支持基板100に平行な平面（別言すれば、XY平面に平行な平面）上の4か所に配置されている（図9の断面図には、電磁石M4、M8は示されていない）。この配置状態は、図10に明瞭に示されている。図10は、図9に示す加速度検出装置を、切断線10-10に沿って切断した平断面図である。電磁石M5~M8は、いずれも下部筐体110の内側壁面に設置されており、重錘体140を四方から取り囲むように配置されている。より詳しく言えば、電磁石M5はX軸の正方向に、電磁石M6はX軸の負方向に、電磁石M7はY軸の正方向に、電磁石M8はY軸の負方向に、それぞれ配置されていることになる。

電磁石M1～M4も、これと全く同様の配置をとる。すなわち、電磁石M1～M4は、それぞれ電磁石M5～M8の真上位置に配されている。

【0026】このように8つの電磁石M1～M8を配置しておく、重錘体140に6つの方向の加速度が加わったのと等価な状態を、以下のようにして、それぞれ別個に実現でき、各軸方向についての診断を別個に行うことができる。

(1) 電磁石M1およびM5を励磁することによりX軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Txの出力電圧を検査することにより、X軸方向についての診断が行える。

(2) 電磁石M2およびM6を励磁することにより-X軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Txの出力電圧を検査することにより、-X軸方向についての診断が行える。

(3) 電磁石M3およびM7を励磁することによりY軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Tyの出力電圧を検査することにより、Y軸方向についての診断が行える。

(4) 電磁石M4およびM8を励磁することにより-Y軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Tyの出力電圧を検査することにより、-Y軸方向についての診断が行える。

(5) 電磁石M1～M4を励磁することによりZ軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Tzの出力電圧を検査することにより、Z軸方向についての診断が行える。

(6) 電磁石M5～M8を励磁することにより-Z軸方向の加速度が作用したのと等価な状態が実現できる。このときの端子Tzの出力電圧を検査することにより、-Z軸方向についての診断が行える。

【0027】以上、静電容量の変化に基づく加速度検出装置についての実施例を示したが、本発明は、この他の加速度検出装置についても同様に適用可能である。図11は、圧電素子を用いた加速度検出装置についての実施例を示すものである。この装置は、変位基板210と固定基板220とを有し、これらの周囲は装置筐体200に固着されている。変位基板210は固定基板220に比べて肉厚が薄く可撓性をもった基板となっている。固定基板220の下面には5枚の固定電極11～15（図にはこのうち3枚だけが示されている）が、変位基板210の上面には5枚の変位電極21～25（図にはこのうち3枚だけが示されている）が、それぞれ図3および図4と同様の配置で形成されており、上下の電極間には、圧電素子230が挟まっている。変位基板210の下方には、接合部材240を介して重錘体250が設けられている。重錘体250に加速度が作用すると、前述の実施例とほぼ同様の原理（容量素子の静電容量変化を検出する代わりに、圧電素子230によって発生する電

圧を検出することになる）で、三次元の各軸方向成分ごとに、作用した加速度を検出することができる。なお、詳細については、特願平2-274299号明細書を参照されたい。このような圧電素子を用いた加速度検出装置についても、やはり、図11に示すように8つの電磁石M1～M8（図では、M4およびM8は示されていない）を配置しておけば、前述の実施例と同様の方法によって自己診断が可能になる。もちろん、図8に示すように1個の電磁石Mを用いても自己診断が可能である。

【0028】図12は、抵抗素子を用いた加速度検出装置についての実施例を示すものである。起歪体300は金属製の円盤であり、上面に掘られた円形の溝内に、シリコン基板310が接合されている。起歪体300の下面には、ドーナツ状に溝Gが形成されており、この溝Gによりこの部分の肉厚が薄くなり、起歪体300は可撓性を有するようになる。図13は、この起歪体300およびシリコン基板310の上面図であり、溝Gは破線で示されている。いま、図12および図13に示すように、X軸、Y軸、Z軸を定義する。シリコン基板310の上面には、図13に示すように、X軸に沿って4つの抵抗素子Rx1～Rx4が、Y軸に沿って4つの抵抗素子Ry1～Ry4が、X軸からやや隔たりをもった軸に沿って4つの抵抗素子Rz1～Rz4が、それぞれ形成されている。これらの各抵抗素子は、シリコン基板310の機械的変形に基づいて電気抵抗が変化する性質、すなわち、圧電抵抗効果の性質をもった抵抗素子である。シリコン基板310を保護するために、起歪体300の上面にはカバー301が取り付けられている。一方、起歪体300の下方には、接合部材320を介して重錘体330が設けられ、カバー340が取り付けられている。この加速度検出装置は、ねじ穴302に通したねじによって、自動車などに取り付けられる。重錘体330に加速度が作用すると、図1の実施例とほぼ同様の原理（容量素子の静電容量変化を検出する代わりに、抵抗素子の電気抵抗の変化を検出することになる）で、三次元の各軸方向成分ごとに、作用した加速度を検出することができる。なお、詳細については、特許協力条約に基づく国際公開第WO88/08522号公報を参照されたい。このような圧電抵抗素子を用いた加速度検出装置についても、やはり、図12に示すように8つの電磁石M1～M8（図では、M4およびM8は示されていない）を配置しておけば、前述の実施例と同様の方法によって自己診断が可能になる。

【0029】最後に、電磁石の配置を変えたもう1つの別な実施例を説明する。図14はこの実施例における電磁石の配置を示す図である。いま、重錘体140の内部の点を原点Oとして、図のようにXYZ軸を定義する。原点Oは重錘体140内の任意の点でよいが、実際には重心点にとるのが好ましい。そしてX軸上の正および負の位置にそれぞれ電磁石M1およびM2を配置し、Y軸

上の正および負の位置にそれぞれ電磁石M3およびM4を配置し、Z軸上の正および負の位置にそれぞれ電磁石M5およびM6を配置する。このように6個の電磁石を配置しておけば、電磁石M1を励磁することによりX軸正方向の加速度が、M2を励磁することによりX軸負方向の加速度が、M3を励磁することによりY軸正方向の加速度が、M4を励磁することによりY軸負方向の加速度が、M5を励磁することによりZ軸正方向の加速度が、M6を励磁することによりZ軸負方向の加速度が、それぞれ作用したのと同じ状態を作り出すことができ、6軸方向についての診断を行うことができる。

【0030】図15は、図1に示す加速度検出装置に上述の電磁石配置を適用した実施例を示す側断面図である。電磁石M1～M4は、下部筐体110の内側の側面に配置されている（図では電磁石M3、M4は示されていないが、電磁石M3は重錘体140の向こう側に、電磁石M4は重錘体140の手前側に、それぞれ配置されている）。また、電磁石M5はドーナツ形状をしており、接合部材141の周囲を取り囲むようにして、支持基板100の下面に配置されている。さらに、電磁石M6は、下部筐体110の内側の底面に配置されている。このような電磁石配置は、図11に示す圧電素子を用いた加速度検出装置や、図12に示す圧電抵抗素子を用いた加速度検出装置にも同様に適用可能である。

【0031】なお、以上の説明では、本発明に係る装置を加速度検出装置として説明したが、重錘体は磁性材料で構成されているため、この装置を磁界の中に置けば、外部からの磁力の作用により、重錘体に対して力が作用する。したがって、本発明に係る装置は磁気検出装置として利用することも可能である。

【0032】

【発明の効果】以上のとおり本発明によれば、重錘体に与えられた加速度に基づいて、可撓性をもった基板に機械的変形を生じさせ、トランスデューサにより、この機械的変形を電気信号として検出する加速度検出装置において、重錘体を磁性材料で構成し、その周囲に電磁石を配置するようにしたため、容易な方法で十分な試験を行う機能を付加することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】静電容量の変化を利用した加速度検出装置の側断面図である。

【図2】図1に示す加速度検出装置の動作を説明するための単純なモデルの側断面図である。

【図3】図2に示すモデルにおける固定基板10の下面図である。

【図4】図2に示すモデルにおける可撓基板20の上面図である。

【図5】図2に示すモデルに、X軸方向の力 F_x が加わった状態を示す側断面図である。

【図6】図2に示すモデルに、Z軸方向の力 F_z が加わ

った状態を示す側断面図である。

【図7】図1に示す加速度検出装置に用いる信号処理回路を示す回路図である。

【図8】図1に示す加速度検出装置に、本発明に係る自己診断機能を付加した実施例を示す側断面図である。

【図9】図1に示す加速度検出装置に、本発明に係る自己診断機能を付加した別な実施例を示す側断面図である。

【図10】図9に示す装置を、切断線10-10に沿って切断した平断面図である。

【図11】圧電素子を利用した加速度検出装置に本発明を適用した実施例の側断面図である。

【図12】抵抗素子を利用した加速度検出装置に本発明を適用した実施例の側断面図である。

【図13】図12に示す装置の起歪体300およびシリコン基板310の上面図である。

【図14】本発明に係る自己診断機能のための電磁石の別配置を示す図である。

【図15】図1に示す加速度検出装置に、図14に示す電磁石配置を適用した実施例の側断面図である。

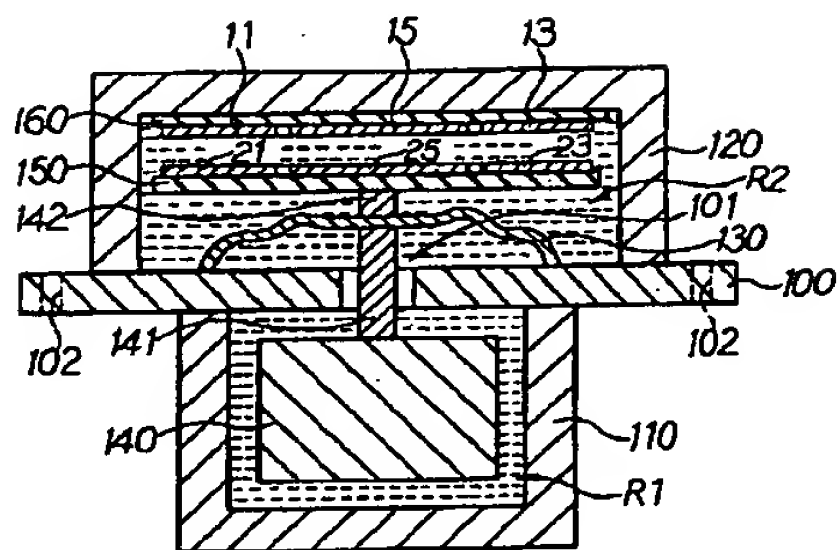
【符号の説明】

- 10…固定基板
- 11～15…固定電極
- 20…可撓基板
- 21～25…変位電極
- 30…作用体
- 40…装置筐体
- 51～55…CV変換回路
- 61, 62…減算器
- 100…支持基板
- 101…貫通孔
- 102…ねじ止め孔
- 110…下部筐体
- 120…上部筐体
- 130…ダイヤフラム
- 140…重錘体
- 141, 142…接合部材
- 150…変位基板
- 160…絶縁層
- 200…装置筐体
- 210…変位基板
- 220…固定基板
- 230…圧電素子
- 240…接合部材
- 250…重錘体
- 300…起歪体
- 301…カバー
- 302…ねじ穴
- 310…シリコン基板
- 320…接合部材

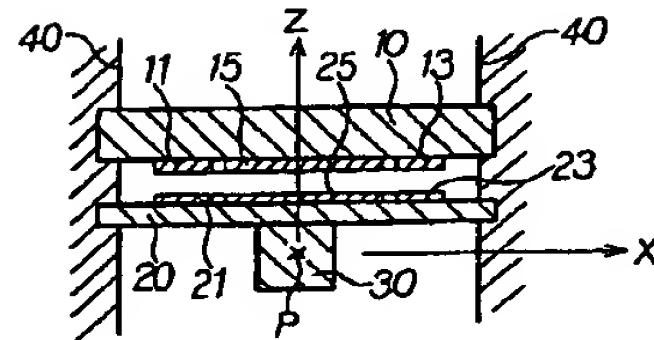
330…重錘体
340…カバー
G…溝
M, M1~M8…電磁石

R1…第1の部屋
R2…第2の部屋
Rx1~Rx4, Ry1~Ry4, Rz1~Rz4…抵抗素子

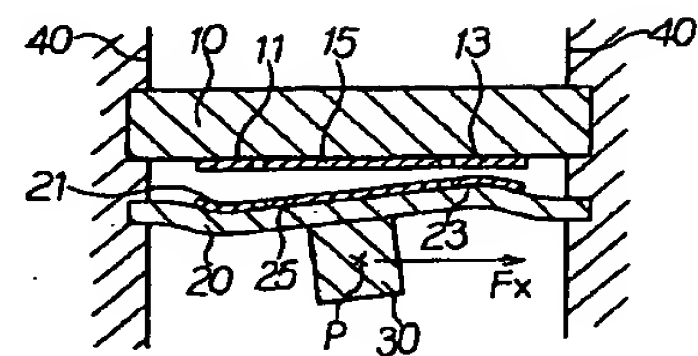
【図1】



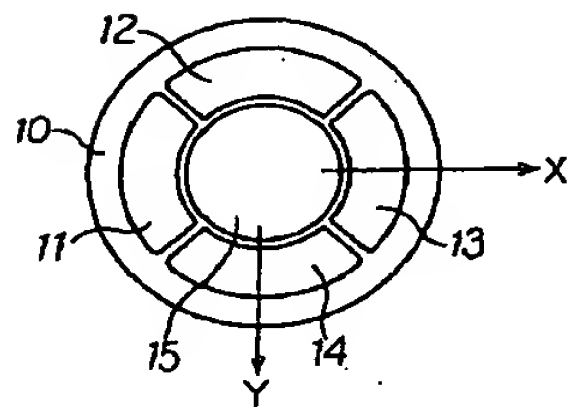
【図2】



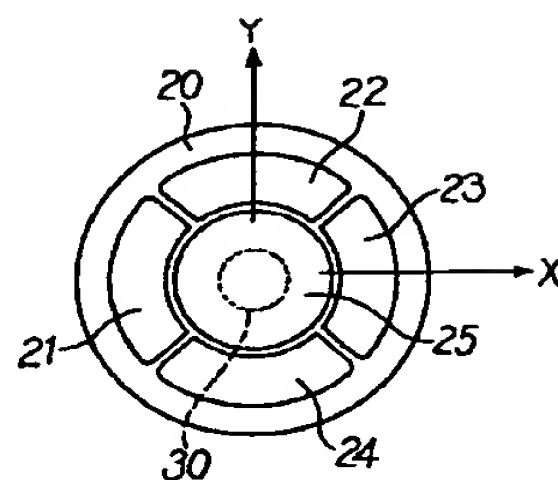
【図5】



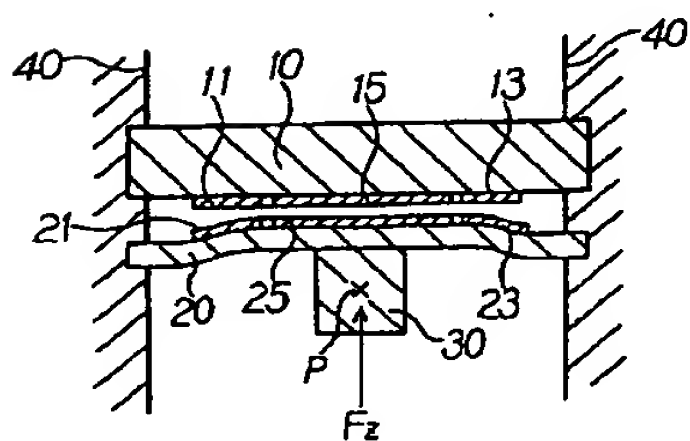
【図3】



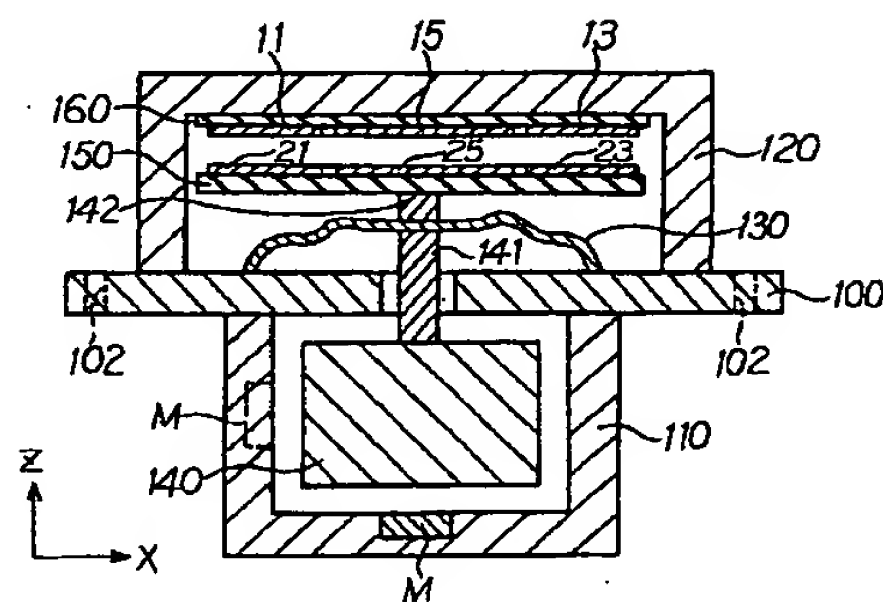
【図4】



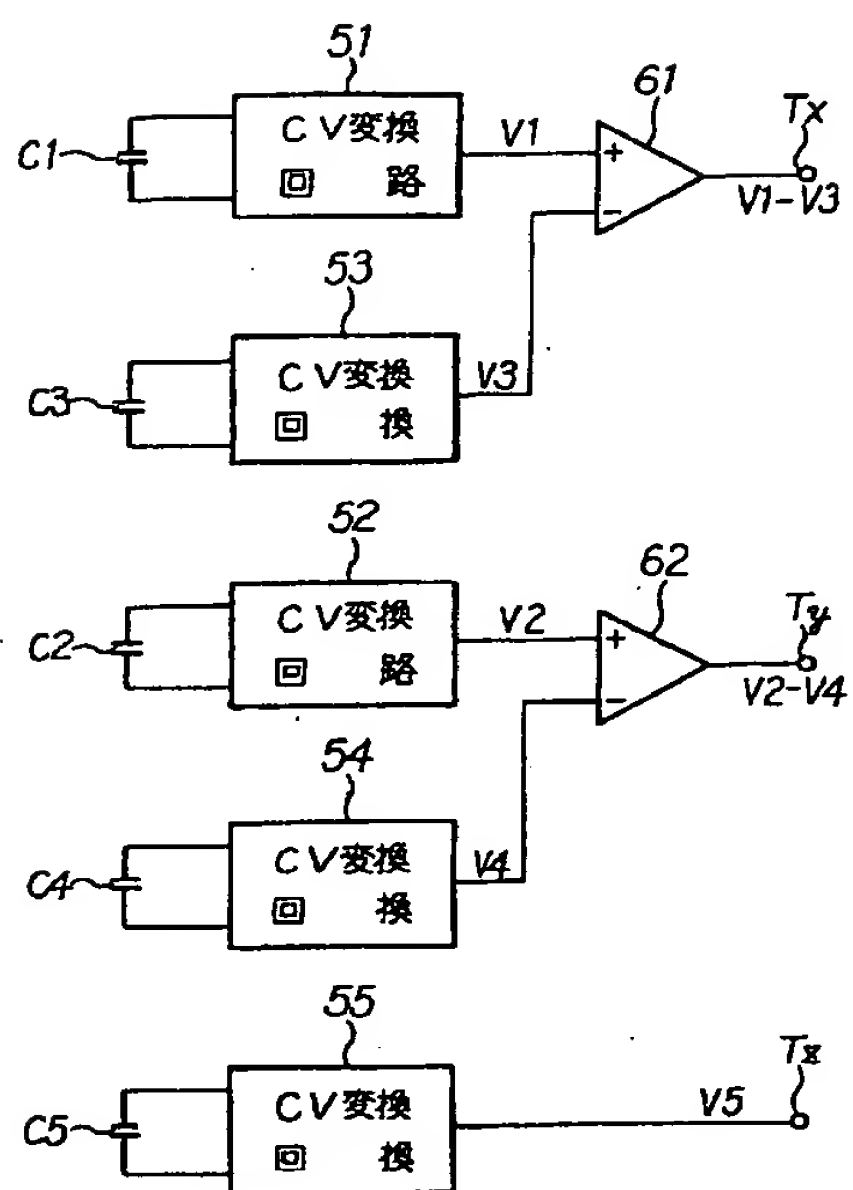
【図6】



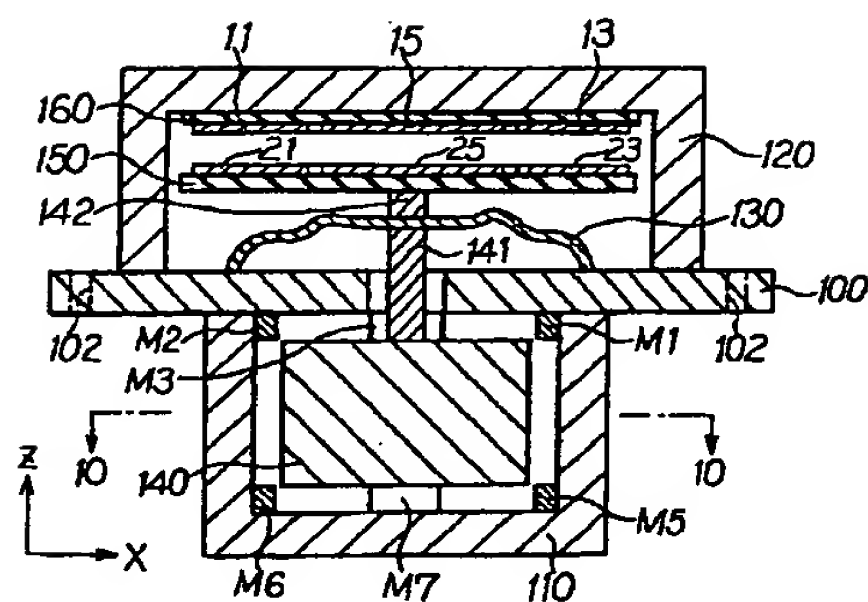
【図8】



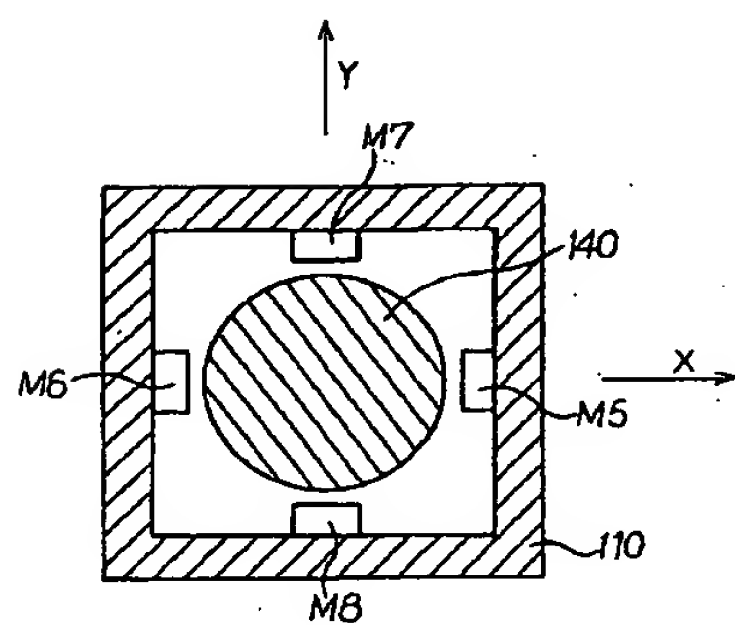
【図7】



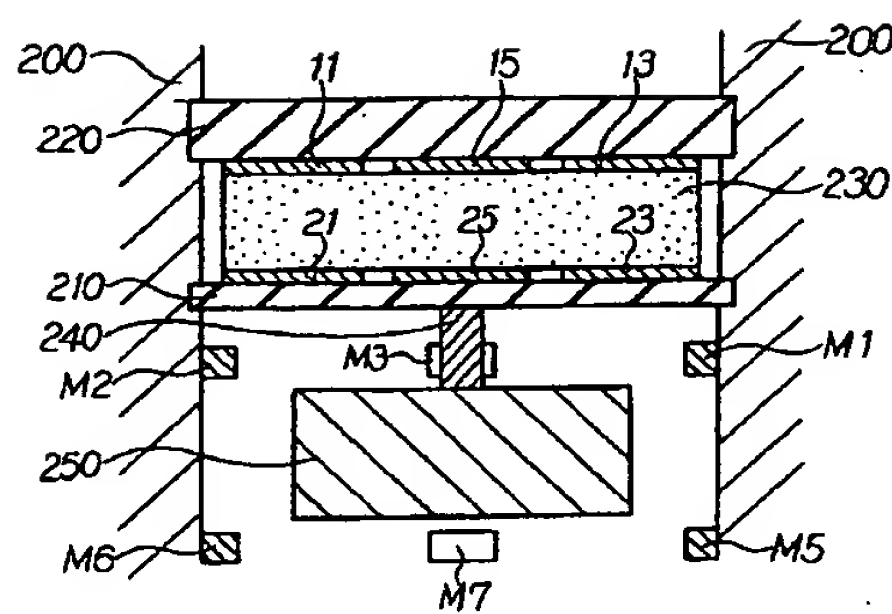
【図9】



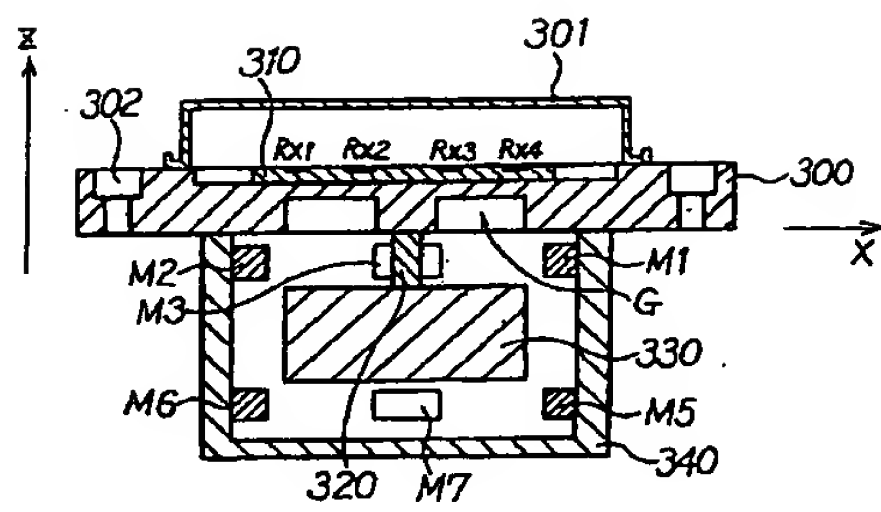
【図10】



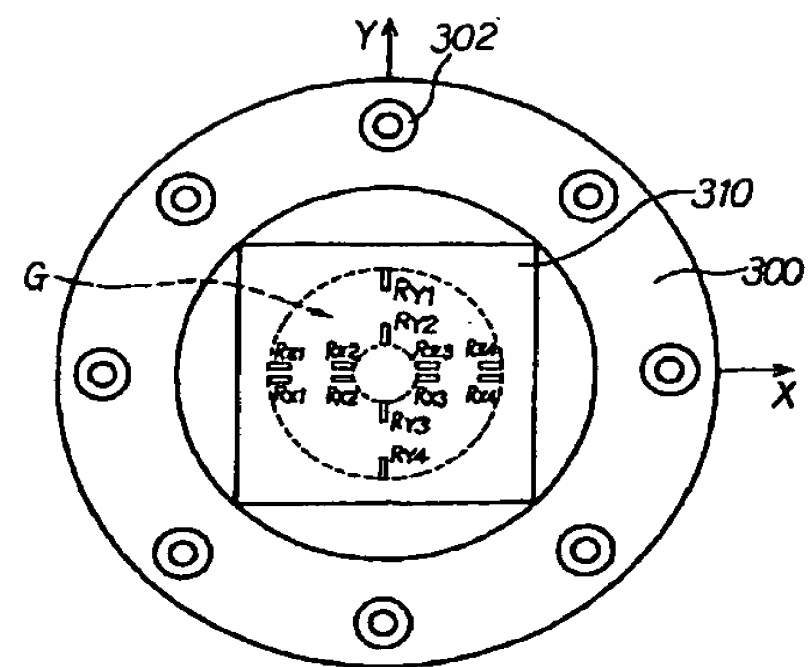
【図11】



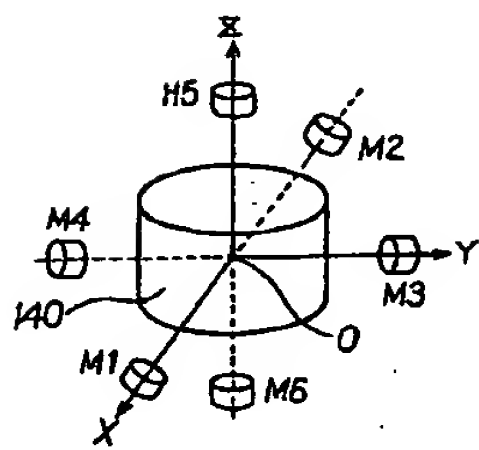
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

